

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—159503

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 B 5/14  
5/00

識別記号

庁内整理番号  
7370—2H  
7036—2H

⑬ 公開 昭和58年(1983)9月21日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 光スイッチ

東京都港区芝五丁目33番1号日  
本電気株式会社内

⑯ 特 願 昭57—42196

⑰ 出 願 人 日本電気株式会社

⑱ 出 願 昭57(1982)3月17日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 発 明 者 青山勉

⑳ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

1. 発明の名称

光スイッチ

2. 特許請求の範囲

(1) 光源からの入射光を像変換する第1のレンズと、前記第1のレンズ通過後の光を反射又は透過して光路を切替える切換素子と、前記切換素子で反射された光を集束する第2のレンズと、前記切換素子を透過した光を集束する第3のレンズからなる光スイッチにおいて、前記切換素子に通電して発生するジュール熱により反射部分を熱的に破壊して反射状態から透過状態にして光路の切換を行なうことを特徴とする光スイッチ。

(2) 前記切換素子が、ガラス板上に金属膜をコートし金属膜に通電して金属膜を融かして光路の切換を行なうことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の光スイッチ。

(3) 前記切換素子が、三角プリズムの全反射面を対向させ、一方のプリズムの全反射面に電極及びプリズムと屈折率がほぼ同じで融点が高い透明材料をコートし、電極に通電し透明材料を融かしてプリズムの全反射面間の間げきを埋めることにより光路の切換を行なうことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の光スイッチ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は光ファイバ通信において光伝送路中に挿入され光伝送路を切替える光スイッチに関する。光スイッチは光ファイバ通信を高度化・多様化する上で重要な光機能回路部品であり、すでに光ファイバリンクにおけるバイパス切換や高信頼を要求されるシステムにおける光源や回線の現用・予備の切換等に実用化されている。

光スイッチは大別すると、ファイバやプリズム等の適切な形状の光学素子を機械的に駆動して光路の切換を行なう形式と、電気光学効果や磁気光学効果を利用し可動部を有しない形式に分けると

とが出来る。現状では前者の形式のスイッチが後者のスイッチに比べて切換速度は劣るものの、低挿入損で低漏話であり現在の主流である多モードファイバを対象にできるので実用的である。一方、後者のスイッチは種々の方式が提案されているが、いずれも挿入損や漏話が大きくまだ実用化までに解決すべき問題が多い。

光ファイバ通信の有力な適用分野の1つに光海底中継伝送方式がある。この方式では中継器が海底に沈められ、回収することが難しく、また多額の費用がかかるため、中継器中に使用される部品はきわめて高信頼であることが要求される。光海底中継伝送方式では光源として半導体レーザ(LD)が使用されるが、現在のところ、まだ十分な信頼性があるとは言えない。このために光スイッチを使用して光源を二重化あるいは四重化する方法が検討、実験されている。しかしながら現状では、この方式に使用できるスイッチは前述のように特性上からは可動部を有する機械的な光スイッチであるが、可動部を有するということで、この

- 3 -

するレンズ5と、切換素子7を透過した光を集束してファイバ3に結合するレンズ6からなる。切換素子7は電極8に通電されると反射率が不可逆的に変化し光路を切換えるものであり、切換素子7に通電するとジュール熱により反射膜が破壊され光は透過するようになる現象を利用している。すなわち、通電前は反射率が大きく、通電後は反射率が減少する。一度通電すると反射率は減少したままであり、切換動作は1回限りである。

第2図は第1図に示す切換素子7の第1の例である。ガラス板9の上に金属膜10が光が通過する部分11のみで狭くなるようにコーティングされている。12は電極である。通電前は金属膜が光の通過部分にあるので透過率0、反射率1(但し、光の吸収損を無視)である。したがって、第1図においてファイバ1と2が結合状態にある。通電すると、金属膜のくびれた部分がジュール熱により最も発熱し光が通過する部分11の金属膜は融けて、表面張力により電極側に集まり、その結果、透過率1、反射率0(但し、ガラスのフレ

- 5 -

形式のスイッチもまた信頼性が十分であるとは言いがたい。

本発明の目的は前記のようなきわめて高い信頼性を要求される光通信システムに使用でき、可動部を有しない切換形式による高信頼で、かつ低挿入損の光スイッチを提供することにある。

本発明の光スイッチは、光源からの入射光を像変換する第1のレンズと、前記第1のレンズ通過後の光を反射又は透過して光路を切換える切換素子と、前記切換素子で反射された光を集束する第2のレンズと、前記切換素子を透過した光を集束する第3のレンズからなる光スイッチにおいて、前記切換素子に通電して発生するジュール熱により反射部分を熱的に破壊して反射状態から透過状態にして光路の切換を行なうことを特徴とする。

本発明の光スイッチの実施例を第1図に示す。本発明のスイッチは、光ファイバ1からの入射光を像変換する第1のレンズ4と、レンズ4通過後の光を反射または透過する切換素子7と、切換素子7で反射された光を集束してファイバ2に結合

- 4 -

ネル損は無視)となる。くびれ部分の幅はレンズにより集光するスポット径よりわずかに広いだけでよい。例えば単一モードファイバを用いてレンズで1対1に像変換する場合は10 $\mu$ m程度である。金属膜としてAlを用いた場合、反射率は95%であり、この切換素子の挿入損は0.3dB程度である。切換に要する時間は通電パワーによるが0.1~数秒である。

第3図は第1図に示す切換素子の第2の例を示したものである。13は三角形のプリズム、14は透明電極及びプリズム13と対する面に、融点が低く透明で、プリズムとほぼ同じ屈折率を有する材料をコートしたプリズムである。プリズム13と14間は、数 $\mu$ m程度のすき間がある。15は透明電極へ通電するための電極である。

第4図、第5図を用いて切換動作を説明する。通電前はプリズム13に入射した光は、第4図に示したように全反射されて出射する。すなわち、反射率1、透過率0である。一方、電極15に通電すると、厚さ数百Å程度の酸化インジウム・ス

- 6 -

ズを材料とする透明電極 17 がジュール発熱し、低融点材料 16 が融けてプリズム 13 と 14 間の間げきを埋めるので、第 5 図に示したようにプリズム 13 に入射した光は透過する。透明電極と、プリズムと低融点材料 16 との間のわずかの屈折率差による反射を無視すれば反射率 0、透過率 1 となる。低融点材料として屈折率約 1.5 のエポキシを用い、プリズム間の間げきを  $4\text{ }\mu\text{m}$  にしたところ約  $100^\circ\text{C}$  で切換ができた。この切換素子の挿入損は大部分透明電極によるものであり、1～2 dB 程度である。切換に要する時間は通電パワーによるが、0.1～数秒である。

以上に詳細に説明したように、本発明の光スイッチでは通電によるジュール発熱により反射部分を熱的に破壊して切換を行なう。従って、可動部がなく従来の機械的形式による光スイッチのように可動部をガイドしたり整列させる機構が不要であり、これらの光スイッチに比べて高信頼である。また、挿入損も従来の機械的形式のスイッチと同等にできる。

本スイッチの切換は一回限りで不可逆的であるが、光海底中継方式のような 1 回の切換しか必要としないような高信頼システムに対して有用である。

#### 4. 図面の簡単な説明

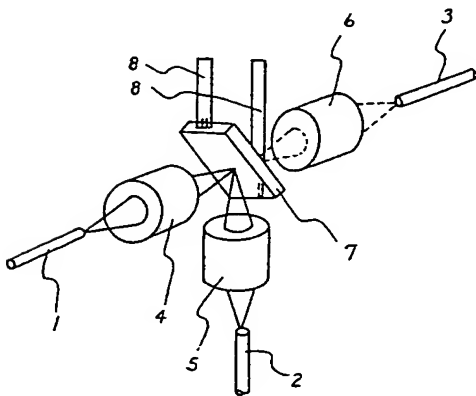
第 1 図は本発明の光スイッチの実施例を示す斜視図、第 2 図は第 1 図の切換素子の一例を示す平面図、第 3 図は本発明第 1 図の切換素子の他の例を示す斜視図、第 4 図、第 5 図は第 3 図の切換素子の動作を示す側面図である。

1, 2, 3 ……ファイバ、4, 5, 6 ……レンズ、7 ……切換素子、8 ……電極、9 ……ガラス板、10 ……金属膜、11 ……光が通過する部分、12, 15 ……電極、13, 14 ……プリズム、16 ……低融点透明材料、17 ……透明電極。

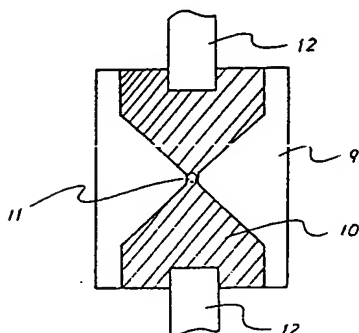
代理人 弁理士 内 原 晋



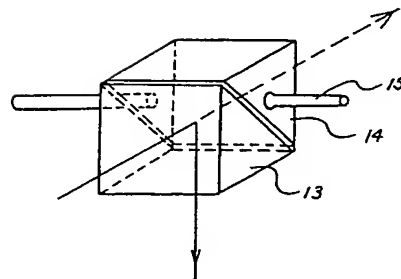
第 1 図



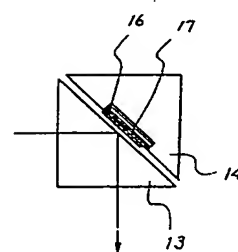
第 2 図



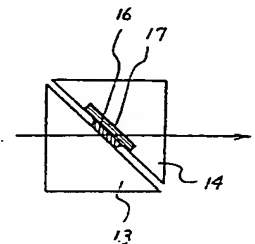
第 3 図



第 4 図



第 5 図



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-159503

(43)Date of publication of application : 21.09.1983

(51)Int.Cl.

G02B 5/14  
G02B 5/00

(21)Application number : 57-042196

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 17.03.1982

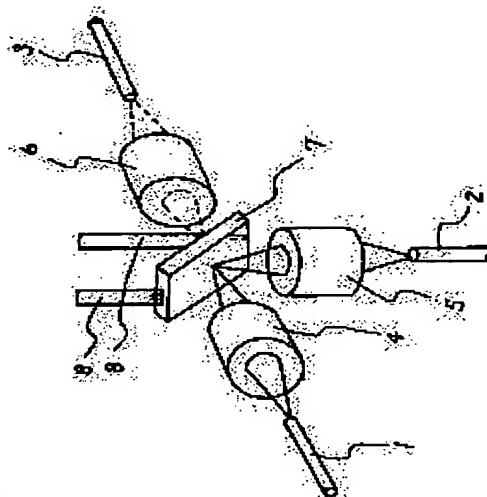
(72)Inventor : AOYAMA TSUTOMU

## (54) OPTICAL SWITCH

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an optical switch which has high reliability and less insertion loss by destroying a reflection part thermally through Joule heat generation by feeding and thus performing switching.

CONSTITUTION: This optical switch consists of the 1st lens 4 for the image conversion of incident light from an optical fiber 1, a switching element 7 which reflects or transmits the light passed through the lens 4, and a lens 5 for coupling the light reflected by the switching element 7 with a fiber 3 while converging it. The switching element 7 once fed at electrodes 8 varies in reflectivity irreversibly to change optical paths and when the switching element 7 is powered on, Joule heat destroys the reflecting film to allow the light to pass through it. Namely, the element has high reflectivity before being powered on and decreases in reflectivity after being powered on. Consequently, the optical switch which has high reliability and less insertion loss is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office